

ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Επαναληπτικές Πανελλαδικές 2023

ΘΕΜΑ Α

Ερώτηση	Απάντηση	Σύντομη αιτιολόγηση
A1	γ	Η θεωρία του Maxwell προέβλεψε τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα και τη διάδοση ενέργειας του H/M πεδίου.
A2	δ	Στο σωληνοειδές παίρνουμε ορθογώνια διαδρομή που έχει πλευρά μέσα στο σωληνοειδές και επίπεδο που περιέχει τον άξονά του.
A3	α	Καθώς ο μαγνήτης πλησιάζει τη στεφάνη, το μαγνητικό πεδίο στην περιοχή της στεφάνης γίνεται ισχυρότερο, άρα αυξάνεται το μέτρο της μαγνητικής ροής.
A4	α	Σε όμοιες χορδές η ταχύτητα διάδοσης είναι ίδια, αφού εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της χορδής και την τάση της, όχι από f ή A .

A5.

Πρόταση	Χαρακτηρισμός	Αιτιολόγηση
α	Λάθος	Από τη σχέση αβεβαιότητας $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar/2$: μεγαλύτερο Δt σημαίνει μικρότερη ελάχιστη αβεβαιότητα ενέργειας.
β	Σωστό	Η τάση αποκοπής εξαρτάται από τη μέγιστη κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων, άρα από τη συχνότητα, όχι από την ένταση της ακτινοβολίας.
γ	Λάθος	Οι ακτίνες Χ προκύπτουν και από επιβράδυνση ηλεκτρονίων και από αποδιέγερση εσωτερικών στιβάδων του μετάλλου, άρα δεν είναι μοναδική αιτία η απότομη επιβράδυνση.
δ	Λάθος	Παράλληλοι αγωγοί με ομόρροπα ρεύματα έλκονται.
ε	Σωστό	Η δύναμη Ήλιου-Γης είναι κεντρική, οπότε η ροπή ως προς το κέντρο του Ήλιου είναι

		μηδενική και η στροφορμή της Γης διατηρείται.
--	--	---

ΘΕΜΑ Β

B1. Σκέδαση Compton

Δίνεται αύξηση μήκους κύματος:

$$\Delta\lambda = 2h/(mc)$$

Στη σκέδαση Compton ισχύει:

$$\Delta\lambda = (h/(mc)) \cdot (1 - \cos\theta)$$

Άρα:

$$2h/(mc) = (h/(mc)) \cdot (1 - \cos\theta) \Rightarrow 2 = 1 - \cos\theta \Rightarrow \cos\theta = -1 \Rightarrow \theta = 180^\circ$$

α) Σωστή επιλογή: iii. Το σκεδαζόμενο φωτόνιο κινείται σε αντίθετη κατεύθυνση από το προσπίπτον.

Για την ορμή χρησιμοποιούμε διανυσματικά την αρχή διατήρησης της ορμής:

$$\vec{p}_{\text{προσπ}} = \vec{p}_{\text{σκεδ}} + \vec{p}_{\text{e}} \Rightarrow \vec{p}_{\text{e}} = \vec{p}_{\text{προσπ}} - \vec{p}_{\text{σκεδ}}$$

Επειδή τα δύο φωτόνια έχουν αντίθετες κατευθύνσεις, τα διανύσματα $\vec{p}_{\text{προσπ}}$ και $\vec{p}_{\text{σκεδ}}$ είναι αντίρροπα. Επομένως το μέτρο της ορμής του ηλεκτρονίου είναι:

$$p_{\text{e}} = p_{\text{προσπ}} + p_{\text{σκεδ}}$$

β) Σωστή επιλογή: i.

B2. Στάσιμο ηχητικό κύμα από ανάκλαση σε τοίχο

Ο ήχος ανακλάται στον λείο κατακόρυφο τοίχο. Η συμβολή προσπίπτοντος και ανακλώμενου κύματος δημιουργεί στάσιμο κύμα. Δύο διαδοχικές θέσεις μέγιστης έντασης απέχουν $\lambda/2$. Το ίδιο ισχύει και για δύο διαδοχικές θέσεις μηδενικής έντασης.

Για το πρώτο διαπασών:

$$\lambda_1/2 = 0,4 \text{ m} \Rightarrow \lambda_1 = 0,8 \text{ m}$$

$$u = f_1\lambda_1 = 425 \cdot 0,8 = 340 \text{ m/s}$$

Για το δεύτερο διαπασών, οι δύο διαδοχικές θέσεις μηδενικής έντασης απέχουν 1 m:

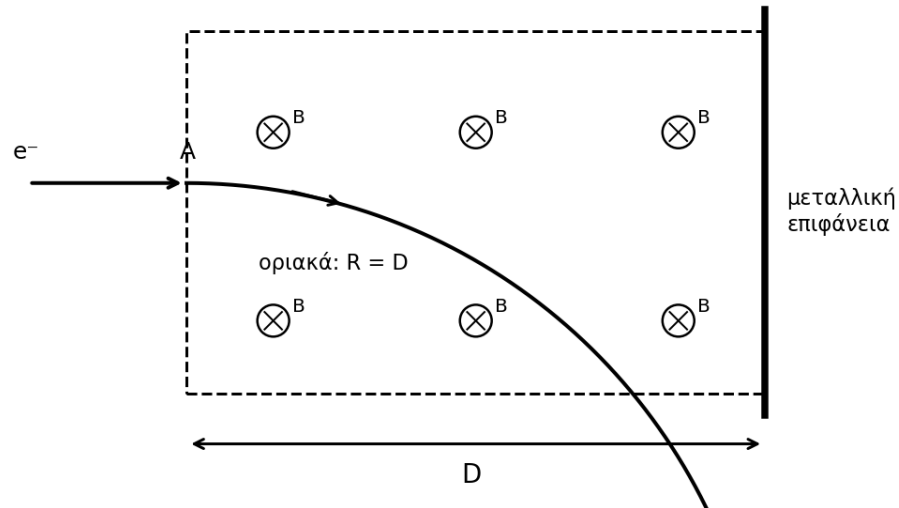
$$\lambda_2/2 = 1 \text{ m} \Rightarrow \lambda_2 = 2 \text{ m}$$

$$f_2 = u/\lambda_2 = 340/2 = 170 \text{ Hz}$$

Σωστή επιλογή: i. $f_2 = 170 \text{ Hz}$.

B3. Κίνηση ηλεκτρονίου σε ομογενές μαγνητικό πεδίο

Το ηλεκτρόνιο εισέρχεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, οπότε δέχεται δύναμη Lorentz κάθετη στην ταχύτητά του και εκτελεί κυκλική κίνηση μέσα στο μαγνητικό πεδίο.



Για να μην προσκρούσει στη μεταλλική επιφάνεια, η οριακή περίπτωση είναι η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς να είναι ίση με το εύρος του πεδίου:

$$R = D$$

Η ακτίνα κυκλικής κίνησης φορτισμένου σωματιδίου είναι:

$$R = mv/(|e|B)$$

Από την κινητική ενέργεια:

$$K = (1/2)mv^2 \Rightarrow mv = \sqrt{2mK}$$

Άρα στην οριακή περίπτωση:

$$D = \sqrt{2mK}/(|e|B) \Rightarrow B_{\min} = \sqrt{2mK}/(|e|D)$$

Σωστή επιλογή: i.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Επαγωγική τάση σε περιστρεφόμενη ράβδο

Η ράβδος ΟΑ περιστρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Για στοιχειώδες τμήμα dx σε απόσταση x από το Ο, η ταχύτητα είναι $u = \omega x$ και η στοιχειώδης ΗΕΔ:

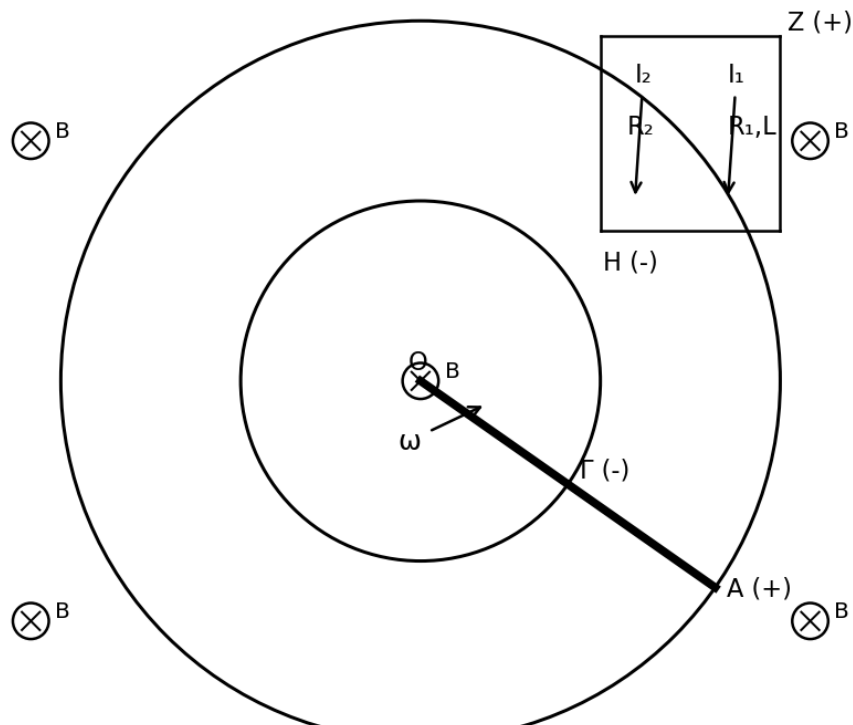
$$dE = Bu \, dx = B\omega x \, dx$$

Η τάση μεταξύ των σημείων Γ και Α, δηλαδή μεταξύ των ακτίνων ℓ_2 και ℓ_1 , είναι:

$$V_{AG} = \int(\ell_2 \rightarrow \ell_1) B\omega x \, dx = (1/2)B\omega(\ell_1^2 - \ell_2^2)$$

$$V_{AG} = (1/2) \cdot 1 \cdot 2 \cdot (0,4^2 - 0,2^2) = 0,16 - 0,04 = 0,12 \, V$$

Άρα $V_{AG} = 0,12 \, V$. Το Α είναι σε υψηλότερο δυναμικό από το Γ.



Θετικά φορτία ωθούνται προς τα έξω $\Rightarrow$ Α θετικό ως προς Γ.

Γ2. Κλείσιμο διακόπτη - αυτεπαγωγή

Με το κλείσιμο του διακόπτη, το κύκλωμα τροφοδοτείται με τάση $V = 0,12 \, V$. Το ρεύμα στον κλάδο του πηνίου αρχίζει να αυξάνεται από μηδενική τιμή με φορά από Ζ προς Η. Η ΗΕΔ αυτεπαγωγής αντιτίθεται στην αύξηση του ρεύματος, άρα έχει αντίθετη φορά από το ρεύμα που πάει να δημιουργηθεί.

Πολικότητα στο πηνίο κατά το κλείσιμο: το άνω άκρο του πηνίου γίνεται θετικό και το κάτω άκρο αρνητικό ως προς την ΗΕΔ αυτεπαγωγής, ώστε να αντιτίθεται στην αύξηση του ρεύματος από πάνω προς τα κάτω.

Αμέσως μετά το κλείσιμο, το ρεύμα στον κλάδο του πηνίου είναι $i_1(0^+) = 0$, άρα δεν υπάρχει πτώση τάσης στην R_1 . Επομένως όλη η τάση εφαρμόζεται στιγμιαία στο πηνίο:

$$V = L \cdot (di_1/dt)$$

$$di_1/dt = V/L = 0,12/0,2 = 0,6 \text{ A/s}$$

Άρα αμέσως μετά το κλείσιμο: $di_1/dt = 0,6 \text{ A/s}$.

Γ3. Σταθεροποιημένα ρεύματα

Μετά από αρκετό χρόνο το ρεύμα σταθεροποιείται, οπότε $di/dt = 0$ και η ΗΕΔ αυτεπαγωγής μηδενίζεται. Το πηνίο συμπεριφέρεται ως απλός αγωγός με ωμική αντίσταση $R_1 = 1,2 \Omega$.

Οι δύο κλάδοι R_1 και R_2 είναι παράλληλοι στην τάση $0,12 \text{ V}$:

$$I_1 = V/R_1 = 0,12/1,2 = 0,10 \text{ A}$$

$$I_2 = V/R_2 = 0,12/0,6 = 0,20 \text{ A}$$

$$I_{\text{ολ}} = I_1 + I_2 = 0,10 + 0,20 = 0,30 \text{ A}$$

Σταθεροποιημένες τιμές: $I_1 = 0,10 \text{ A}$ στον κλάδο R_1 -L, $I_2 = 0,20 \text{ A}$ στον κλάδο R_2 και $I_{\text{ολ}} = 0,30 \text{ A}$.

Γ4. Άνοιγμα διακόπτη - εκφόρτιση ενέργειας πηνίου

Αμέσως πριν από το άνοιγμα, το ρεύμα στο πηνίο είναι $I_1 = 0,10 \text{ A}$. Όταν ανοίγει ο διακόπτης, η πηγή αποκόπτεται από το κύκλωμα, αλλά το πηνίο προσπαθεί να διατηρήσει την ίδια φορά ρεύματος στον κλάδο του. Έτσι δημιουργείται κλειστός βρόχος μέσω των R_1 και R_2 .

Πολικότητα κατά το άνοιγμα: η ΗΕΔ αυτεπαγωγής έχει φορά ίδια με την αρχική φορά του ρεύματος στο πηνίο, ώστε να αντισταθεί στη μείωση του ρεύματος. Άρα το κάτω άκρο του πηνίου γίνεται θετικό και το άνω αρνητικό ως προς την ΗΕΔ αυτεπαγωγής.

Μετά το άνοιγμα, οι αντιστάσεις R_1 και R_2 βρίσκονται σε σειρά στον βρόχο εκφόρτισης του πηνίου. Για τη στιγμή 0^+ μετά το άνοιγμα:

$$L \cdot (di_1/dt) + (R_1 + R_2)I_1 = 0$$

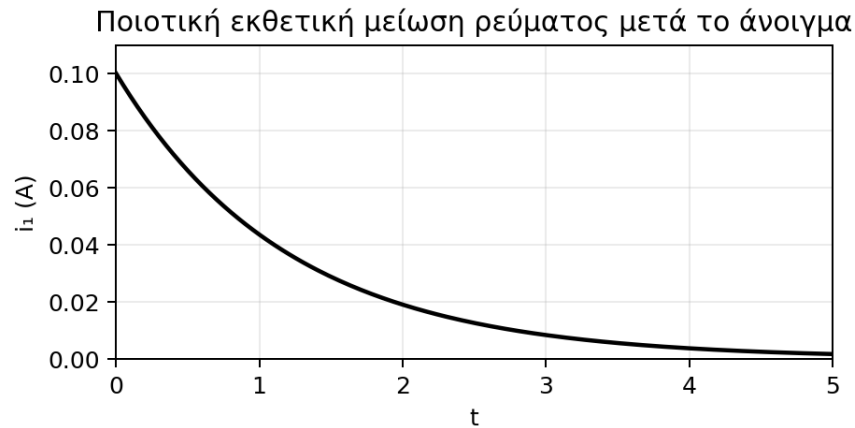
$$di_1/dt = - (R_1 + R_2)I_1/L = - (1,2 + 0,6) \cdot 0,10/0,2 = -0,9 \text{ A/s}$$

Το αρνητικό πρόσημο δείχνει ότι το ρεύμα μειώνεται. Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής είναι $0,9 \text{ A/s}$.

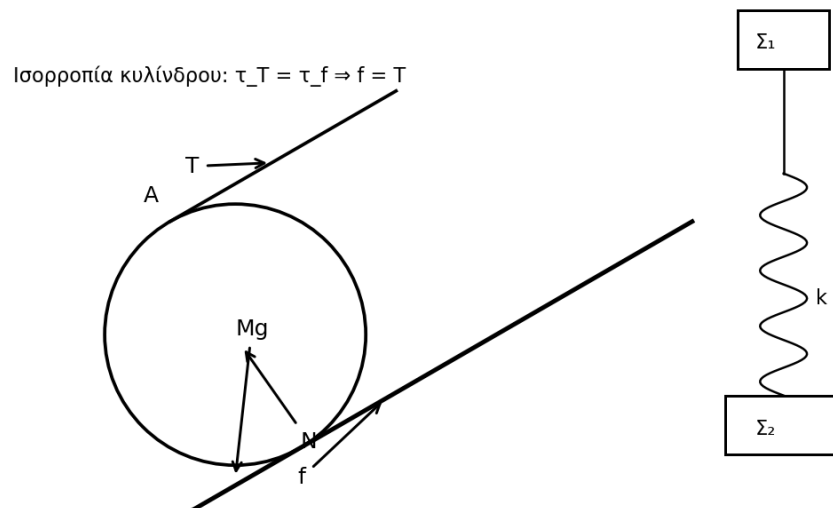
Η θερμότητα που αποδίδεται στους αντιστάτες μέχρι να μηδενιστεί το ρεύμα ισούται με την αρχική ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου:

$$Q = U_L = (1/2)LI_1^2 = (1/2) \cdot 0,2 \cdot (0,10)^2 = 0,001 \text{ J}$$

Άρα $Q = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ J}$.



ΘΕΜΑ Δ



Δ1. Μάζα του κυλίνδρου από ισορροπία

Το σώμα Σ_1 ισορροπεί, άρα η τάση του νήματος είναι:

$$T = m_1 g = 1 \cdot 10 = 10 \text{ N}$$

Για τον κύλινδρο παίρνουμε ροπές ως προς το κέντρο μάζας του. Το βάρος και η κάθετη αντίδραση δεν δίνουν ροπή ως προς το κέντρο. Ροπή δίνουν η τάση T στο σημείο A και η στατική τριβή f στο σημείο επαφής. Για ισορροπία:

$$\Sigma \tau_{CM} = 0 \Rightarrow TR = fR \Rightarrow f = T = 10 \text{ N}$$

Στην κατεύθυνση του κεκλιμένου επιπέδου ο κύλινδρος ισορροπεί. Οι δυνάμεις προς τα πάνω στο κεκλιμένο είναι T και f , ενώ προς τα κάτω είναι $Mg \sin 30^\circ$:

$$T + f = Mg \sin 30^\circ$$

$$10 + 10 = M \cdot 10 \cdot \sin 30^\circ = M \cdot 10 \cdot (1/2)$$

$$20 = 5M \Rightarrow M = 4 \text{ kg}$$

Άρα η μάζα του κυλίνδρου είναι $M = 4 \text{ kg}$.

Δ2. Επιτάχυνση κέντρου μάζας κατά την κύλιση

Μετά την κοπή του νήματος ο κύλινδρος ξεκινά από ηρεμία και κυλιέται χωρίς ολίσθηση. Δίνεται ότι το σημείο A ολοκληρώνει μία πλήρη περιστροφή. Άρα η γωνιακή μετατόπιση είναι:

$$\theta = 2\pi \text{ rad}$$

Στην κύλιση χωρίς ολίσθηση, η μετατόπιση του κέντρου μάζας είναι:

$$s_{CM} = R\theta = (5/\pi) \cdot 2\pi = 10 \text{ m}$$

Όταν το σημείο A έχει ολοκληρώσει μία πλήρη περιστροφή, βρίσκεται ξανά στο ανώτερο σημείο του κυλίνδρου. Για το ανώτερο σημείο ισχύει:

$$u_A = u_{CM} + \omega R = u_{CM} + u_{CM} = 2u_{CM}$$

Άρα:

$$20 = 2u_{CM} \Rightarrow u_{CM} = 10 \text{ m/s}$$

Με αρχική ταχύτητα μηδέν και σταθερή επιτάχυνση:

$$u_{CM}^2 = 2a_{CM} s_{CM}$$

$$10^2 = 2a_{CM} \cdot 10 \Rightarrow a_{CM} = 5 \text{ m/s}^2$$

Άρα η επιτάχυνση του κέντρου μάζας είναι $a_{CM} = 5 \text{ m/s}^2$.

Δ3. Ταχύτητα συσσωματώματος μετά την πλαστική κρούση

Στη φθίνουσα ταλάντωση η δύναμη αντίστασης έχει μορφή:

$$F_{αντ} = -bu, \text{ με } b = 0,2 \text{ kg/s}$$

Ο στιγμιαίος ρυθμός έκλυσης θερμικής ενέργειας λόγω της δύναμης αντίστασης είναι:

$$P_\theta = |F_{αντ}| \cdot |u| = bu^2$$

Αμέσως μετά την κρούση δίνεται $P_\theta = 3,2 \text{ J/s}$, επομένως:

$$3,2 = 0,2u^2 \Rightarrow u^2 = 16 \Rightarrow u = 4 \text{ m/s}$$

Άρα η ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την πλαστική κρούση έχει μέτρο 4 m/s .

Δ4. Θερμική ενέργεια μέχρι να σταματήσει η ταλάντωση

Μετά την πλαστική κρούση το συσσωμάτωμα έχει μάζα:

$$m = m_1 + m_2 = 1 + 4 = 5 \text{ kg}$$

Πριν από την κρούση, το σώμα Σ₂ ισορροπεί πάνω στο ελατήριο, άρα η συμπίεση του ελατηρίου είναι:

$$x_2 = m_2 g / k = 4 \cdot 10 / 100 = 0,40 \text{ m}$$

Μετά την κρούση, η νέα θέση ισορροπίας του συσσωματώματος αντιστοιχεί σε συμπίεση:

$$x_v = (m_1 + m_2)g / k = 5 \cdot 10 / 100 = 0,50 \text{ m}$$

Άρα αμέσως μετά την κρούση το συσσωμάτωμα βρίσκεται σε απομάκρυνση από τη νέα θέση ισορροπίας:

$$|y_0| = |x_2 - x_v| = |0,40 - 0,50| = 0,10 \text{ m}$$

Η συνολική θερμότητα που εκλύεται από τη στιγμή αμέσως μετά την κρούση μέχρι να σταματήσει η ταλάντωση ισούται με τη μηχανική ενέργεια της ταλάντωσης αμέσως μετά την κρούση:

$$Q = (1/2)mv^2 + (1/2)ky_0^2$$

$$Q = (1/2) \cdot 5 \cdot 4^2 + (1/2) \cdot 100 \cdot (0,10)^2$$

$$Q = 40 + 0,5 = 40,5 \text{ J}$$

Άρα η θερμική ενέργεια που ελευθερώνεται στο περιβάλλον λόγω της φθίνουσας ταλάντωσης είναι $Q = 40,5 \text{ J}$.